제3주
음성 분석 프로그램 활용법

□ 금주 학습활동

금주의 주요 학습활동(토론, 과제, 퀴즈 등)을 잊지 않도록 작성해두세요.

M .E .M .O

1. 말소리(음성) 연구 방법

1) 음성을 통한 의사소통 과정

(1) 화자의 입을 통한 조음 단계
(2) 음파를 통한 전달 단계
(3) 청자의 귀를 통한 인지 단계

(1) 조음 단계　(2) 전달 단계　(3) 인지 단계

2) 음성학의 하위 분야

(1) 조음 음성학

: 사람이 말을 할 때 발음 기관의 움직임이 어떠한지를 연구하는 학문 분야. 구간 내에 특수 약물을 바르고 초음파 촬영을 하거나 인공구개를 전극에 연결하고 발음을 하도록 하거나 하는 등의 연구 방법이 사용되는데, 이런 연구가 매우 번거롭고 비용이 많이 들어 널리 이용되지 않고 있다.

(2) 음향 음성학

: 음파를 분석해 사람의 말소리의 특성을 연구하는 분야. 사람이 말을 하면

그 소리가 듣는 사람의 귀에 전달되는데, 이 때 전달되는 것은 바로 공기 입자가 만들어 내는 파동, 즉 음파이다. 음파가 만들어지는 과정을 간단히 설명하면 다음과 같다. 화자의 입에서 나온 공기가 바로 앞의 입자에 부딪히고 부딪힌 입자는 다시 제자리로 돌아왔다가 뒤에 있던 공기 입자에 부딪혀 다시 앞으로 나아가고 앞으로 가서 다시 공기 입자와 부딪히고를 반복하면서 일종이 파동이 만들어지는 것이다. 소리를 전달하는 파동을 음파라고 하는데, 사람이 어떤 발음을 했느냐에 따라 음파의 특징이 달라진다. 따라서 음파의 특성을 분석하면 화자가 어떤 식으로 발음했는지를 간접적으로 파악할 수 있는 것이다. 소리를 녹음하고 저장하는 기술이 늘면서 소리를 분석하는 기술도 함께 늘어 최근에는 음파의 특성을 분석하는 음성 분석 프로그램이 다수 개발되어 누구나 쉽게 음성에 대한 연구가 가능해져 음성학의 연구 방법으로 가장 널리 이용되고 있다,

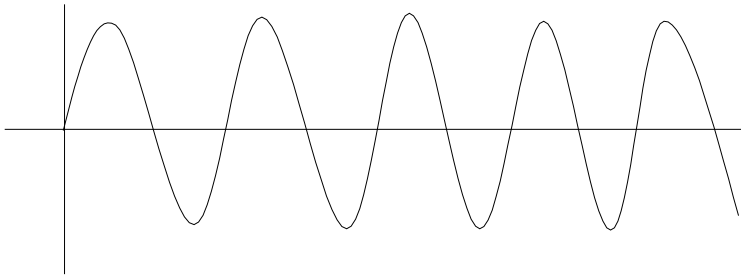
(3) 청음 음성학

: 사람이 사람의 말소리를 어떻게 듣고 구별하는지에 대해 연구하는 분야. 물리적으로 존재하는 사람의 말소리와 그것을 인식하는 것에는 차이가 있다는 점에서 매우 중요한 연구 분야라 할 수 있다. 그러나 인간의 인지 체계에 대해 완벽하게 밝혀지지 않은 상태에서 인간의 말소리를 인지하는 기제에 대한 연구에 어려움이 따른다. 이런 어려움 때문에 그다지 활발하게 진행되지는 않았으나 지금까지의 연구는 대체로 음파가 가지고 있는 여러 가지 물리적인 특성 중에서 어떤 특성을, 소리를 구분하는 데 가장 중요한 단서로 사용하는지를 실험을 통해 밝히는 연구가 가장 많이 이루어지고 있다.

2. 음향 음성학의 기초

1) 음파의 종류

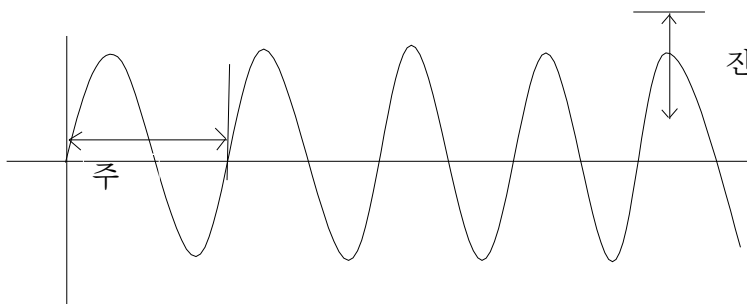
(1) 단순파와 복합파

: 사람의 귀에 소리가 들리는 것은 음파 때문인데, 음파에는 단순파와 복합파가 존재한다. 단순파는 파형이 다음과 같은 사인 곡선을 보이는 경우를 말한다. 이런 소리는 소리굽쇠의 진동에 의해 만들어진다. 복합파는 복잡한 형태를 가진 파형이라고 할 수 있고 단순파들의 합에 의해 복합파가 만들어질 수 있다. 음파가 시작되는 시점과 진동의 세기와 진동이 반복되는 횟수 등이 서로 다른 여러 개의 단순파가 합쳐지면 복합파가 되는 것이다.

(2) 주기파와 비주기파

: 보통 우리가 일상생활에서 듣는 소리는 복합파인데, 이것은 다시 주기파와 비주기파로 나눌 수 있다. 단순파도 일정한 주기가 반복되는 형태를 보이므로 주기파라 할 수 있고, 복합파 중에서도 그 파형의 형태가 비록 복잡하기는 하지만 일정한 주기로 반복되면 주기파인 것이다. 그러나 비주기파는 파형이 일정한 패턴을 갖지 않는 것을 말한다.

2) 음파에 나타난 소리의 특성

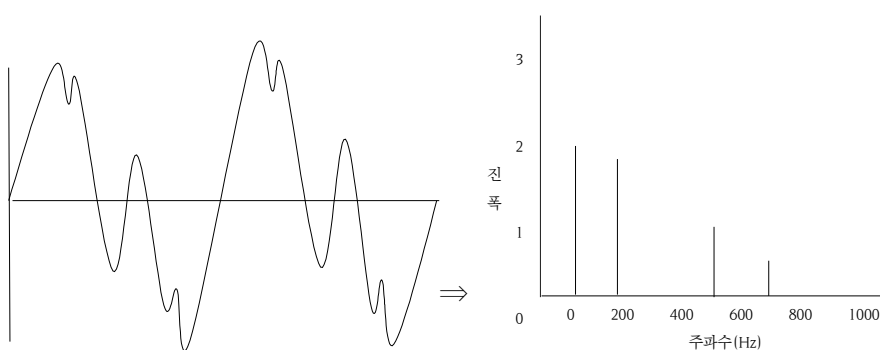
(1) 진폭

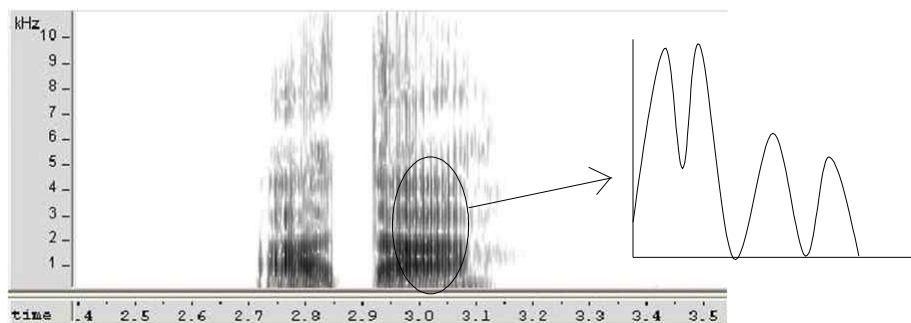
: 파형에서 보듯이 진동의 세기를 진폭이라고 하는데, 진폭이 클수록 소리가 크고, 진폭이 작을수록 소리가 작아진다. 따라서 진폭은 곧 소리의 강도(intensity)를 나타낸다.

(2) 주기

: 위의 그림에서 보듯이 공기의 진동이 이루어지는 횟수를 나타내는데, 공기 입자가 부딪혀 튕겨 나갔다가 다시 제자리로 돌아오는 것을 한 주기라고 한다. 그런데 보통 소리의 특성을 이야기할 때 '주파수(frequency)'라는 말을 하는데, 주파수는 1초 동안 진동이 몇 번 일어났는지를 나타내는 것이다. 주파수는 Hz(헤르츠)라는 단위를 써서 나타내는데, 만약 200Hz라면 1초 동안 200번 진동이 반복한 것이라는 것이다. 주파수가 높을수록 높은 소리가 되고, 주파수가 낮을수록 낮은 소리가 된다.

3) 스펙트로그램

(1) 스펙트럼

: 복합파 중에서 주기파인 것은 여러 단순파들의 합으로 이루어졌는데, 어떤 단순파들로 구성되어 있는지를 분석해 보여주는 것이 스펙트럼이다. 스펙트럼 분석을 통해 주기파가 가진 소리의 특성을 파악할 수 있다. 가령 '아'와 '어'를 스펙트럼 분석을 해 보면 서로 다른 단순파들의 합으로 구성되어 있다는 것을 알 수 있는 것이다. 그러나 스펙트럼 분석은 비주기파인 경우에는 소리의 특성을 파악하기 어렵고, 말이라는 것은 시간의 흐름에 따라 달라지는데, 스펙트럼이라는 것은 어느 한 시점의 소리만을 분석할 수 있을 뿐이다.

(2) 스펙트로그램

: 시간의 흐름에 따른 스펙트럼의 변화를 살펴볼 수 있는 것이 바로 스펙트로그램이다. 음파가 가진 진폭과 주파수를 시간의 흐름에 따라 보여주는 3차원 그림인 것이다. 아래 그림에서 보듯이 가로축은 시간의 흐름을 세로축은 주파수를 나타나며, 진폭은 그림의 명암으로 표시된다. 아래 그림에서 보듯이 아래에 두 개의 진한 띠가 나타나고 그 위로 두 개의 조금 더 연한 띠가 나타나는 것을 알 수 있다. 결국 이 부분을 스펙트럼으로 나타내면 처음의 두 개는 진폭이 큰 단순파이고 나머지 두 개는 다소 진폭이 작은 단순파라는 것을 의미한다. 이런 스펙트로그램이 말소리의 특성을 분석하는 음향 음성학 분야에서 가장 널리 이용되는 것이라 할 수 있다.

3. 음향적 특성에 따른 말소리의 분류

1) 주기파

: 사람의 말소리는 주기파와 비주기파로 나눌 수 있다. 파형이 일정한 패턴으로 반복되는 주기파는 결국 말을 할 때 성대가 진동을 하면서 만들어내는데, 성대가 진동을 하는 말소리를 공명음이라고 하고 여기에는 모음과 활음, 비음, 유음이 포함된다.

2) 비주기파

: 사람의 말소리 중 파형이 일정한 패턴으로 반복되는 특성이 없는 비주기파는 말을 할 때 성대의 진동이 없는 소리, 즉 장애음을 말하는데, 여기에는 폐쇄음, 마찰음, 파찰음이 포함된다.

4. 모음의 음향적 특성

1) 모음의 음향적 특성

(1) 주기파

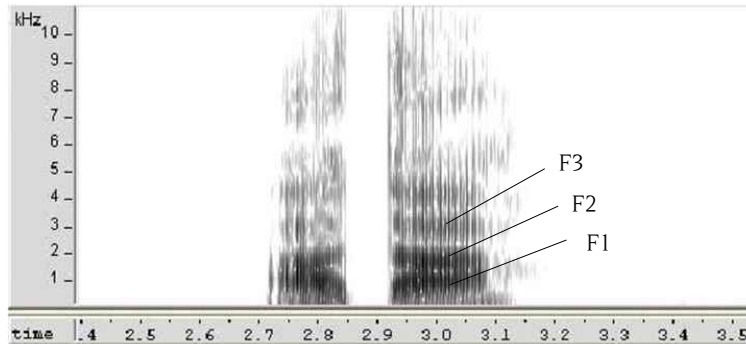
: 모음을 발음할 때는 성대의 떨림이 존재한다. 목에 손을 대고 '아' 라는 발음을 해 보면 성대의 떨림이 느껴질 것이다. 성대의 떨림이 존재한다는 것은 성대를 지나가는 기류의 흐름이 일정한 패턴을 갖는다는 것이 된다. 결국 모음의 파형은 일정한 주기가 반복되는 주기파가 된다.

(2) 복합파

: 모음의 파형에는 일정한 주기가 반복된다고 했는데, 이것은 단순파의 형태를 띄지 않고 복합한 형태의 파형을 보인다. 결국 여러 개의 단순파들이 합쳐진 소리라는 것이다.

(3) Formant(공명 주파수)

: 모음은 여러 개의 단순파들이 합쳐진 소리라고 했는데, 모음을 조음할 때는 여러 주파수대의 단순파들이 만들어진다. 그런데 이들 단순파들은 입 모양에 따라 특정 주파수대의 소리가 증폭되고 어떤 주파수대의 소리들은 상쇄되기도 한다. 이처럼 성대에서 나온 기류가 입을 통과하면서 크게 증폭되는 주파수 영역이 있는데, 이것을 '공명 주파수' 라고 한다. 성대의 떨림에 의해 만들어지는 소리는 같은데, 이것이 입을 통과하면서 '아' 나 '이' , '오' 등과 같이 서

로 다른 모음이 되는 것은 바로 입모양에 따라 공명 주파수가 달라지기 때문이다. 공명 주파수의 수는 이론적으로는 무한하다고 할 수 있지만 고주파수대로 갈수록 에너지가 약해지기 때문에 음성을 분석하는 데 의미가 있는 공명 주파수로는 세 번째 공명 주파수까지를 꼽는다. 이것을 각각 F1, F2, F3라고 표현한다.

2) 모음의 구별

입 모양에 따라 F1, F2, F3 값이 달라지므로, 스펙트로그램이나 스펙트럼에 나타난 F1, F2, F3 값을 보고 어떤 모음 발음인지 알 수 있다.

(1) F1 : 구강의 앞부분에서 협착이 일어나면 F1값이 낮아짐. 모음의 개구도와 관련이 크다. 고모음은 F1이 낮고, 저모음은 F1이 높음.

(2) F2 : 입술이나 연구개에서 협착이 일어나면 F2값이 낮아짐. 모음의 전후설과 관련이 크다. 전설모음(경구개 쪽에서 협착)은 F2가 높고 후설모음(원순모음은 입술과 연구개에서 협착, 평순모음은 연구개에서 협착)은 F2가 낮음.

(3) F3 : 입술이나 경구개에서 협착이 일어나면 F3값이 낮아짐. 전설고모음 /ㅣ/는 경구개에서 협착이 일어나므로 F3이 낮고, 원순모음 /ㅗ, ㅜ/는 입술에서 협착이 일어나므로 F3이 낮음.

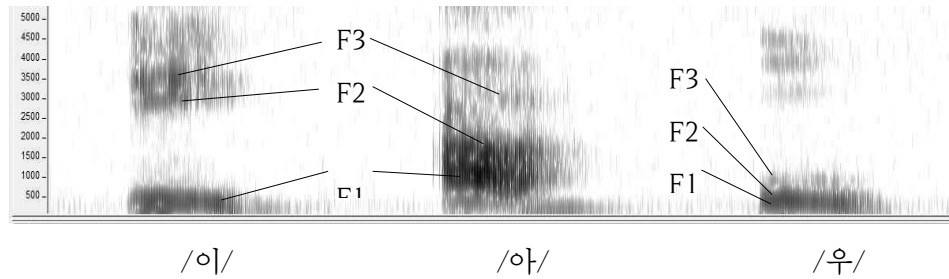
3) 모음의 포먼트 값의 의미

(1) F1 : 개구도와 관련 (고모음 : L, 저모음 : H)

(2) F2 : 혀의 위치와 관련 (전설 : H, 후설 : L)

(3) F3 : 원순성과 관련 (전설, 원순 : L, 후설 : H)

F3 F2 F1 F3 F2 F1

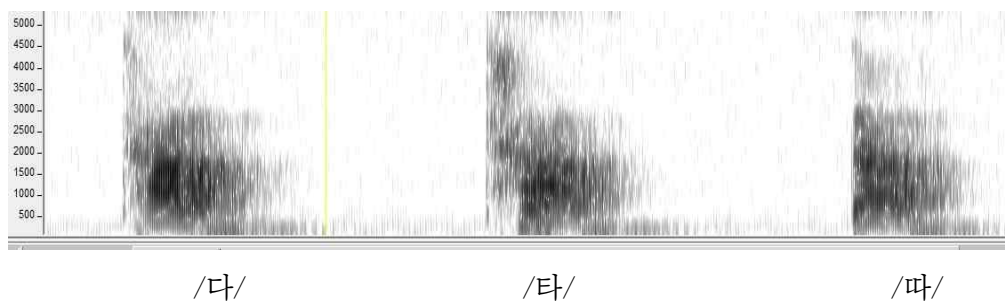
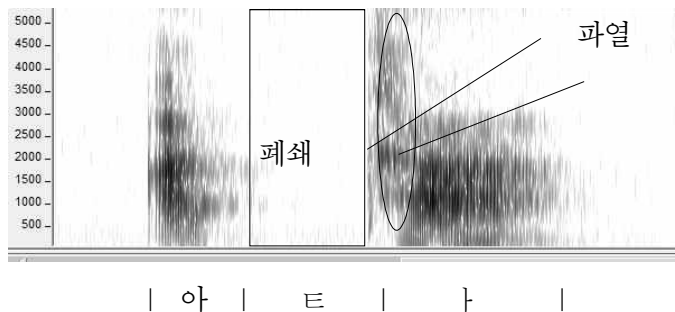
/이/ /아/ /우/

5. 자음의 음향적 특성

1) 폐쇄음의 조음적 특성 : 폐쇄 - 파열 - 기식 - 후행 모음

: 폐쇄음은 기류의 흐름이 구강 내에서 막았다가(폐쇄) 뒤따라오는 모음을 발음하기 위해 막았던 부분을 떼는데(파열), 이 때 성대가 열리면서 바로 아래쪽의 공기가 따라 나오고(기식) 이어서 후행 모음이 발음된다. 이러한 조음적 특성은 음향적 특성으로도 그대로 나타난다. 그런데 한국어의 경우 평음은 대체로 기식 구간이 짧고, 격음은 기식 구간이 길게 나타나며, 경음은 기식이 거의 나타나지 않는다는 것이 특징이다.

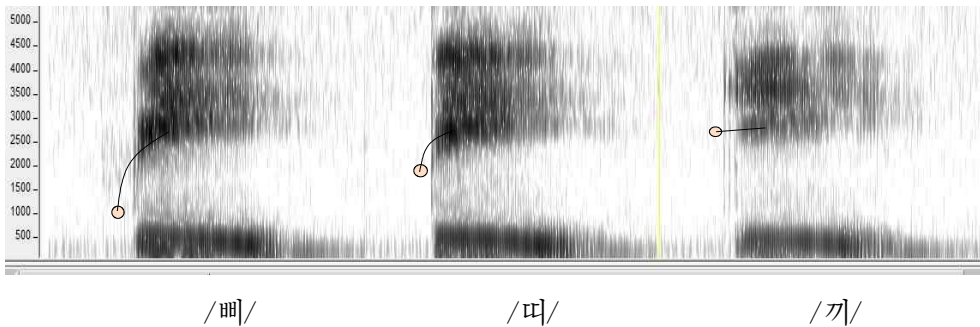
파열 폐쇄

| 아 | ㅌ | ㅏ |

/다/ /타/ /따/

2) 폐쇄음의 조음 위치 구별

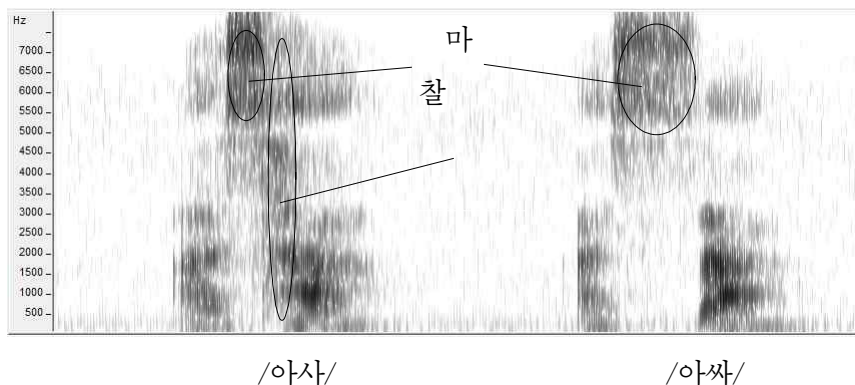
(1) 폐쇄음 중 양순음과 치경음, 연구개음의 음향적 차이는 스펙스로그램에서 모음의 포먼트 전이 구간으로 확인할 수 있음.

(2) Locus Formant : 자음과 모음 발음이 인접한 지역에서 모음의 포먼트가 전이되는 부분이 나타나는데, 모음의 포먼트가 일정한 지점을 향하고 있음을 알 수 있다. 이 지점을 로커스 포먼트라고 하는데, 이 때 양순음은 1,000Hz 쪽으로, 치경음은 2,000Hz 쪽으로, 연구개음은 3,000Hz 쪽으로 모이는 것을 확인할 수 있다.

/삐/ /띠/ /끼/

3) 마찰음의 조음적 특성 : 마찰 – 기식 – 후행 모음

: 마찰음을 조음할 때는 구강의 어느 부분을 좁혀서 기류가 마찰을 일으키도록(마찰) 하는데, 이후 뒤따라오는 모음을 발음하기 위해 좁혔던 부분을 벌리면서 성대 아래쪽의 공기가 따라 나오고(기식) 이어서 후행 모음이 발음된다. 그런데 한국어의 치경 마찰음의 경우 평음은 대체로 기식이 나타나나 경음은 기식이 거의 나타나지 않는다는 것이 특징이다.

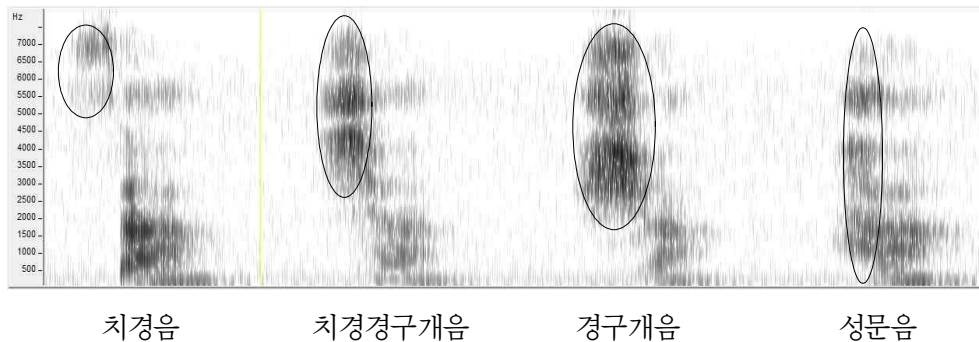
마
찰

/아사/ /아싸/

4) 마찰음의 조음 위치 구별

(1) 마찰음은 구강 내에서 협착이 일어나는 위치에 따라 치경 마찰음, 치경경구개 마찰음, 경구개 마찰음, 성문 마찰음 등으로 나뉘는데, 마찰이 일어나는 위치는 스펙스트로그램 상에서 마찰 소음이 나타나는 주파수 대역을 확인하면 알 수 있다.

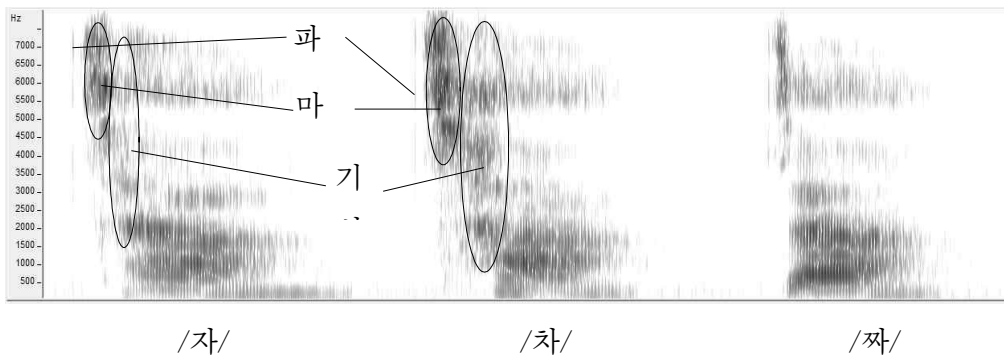
(2) 조음 위치와 마찰 소음의 주파수 : 치경음(4,000~5,000Hz 이상), 치경경구개음(3,000Hz 이상), 경구개음(2,000Hz 이상), 성문음(모음과 같은 포

먼트 구조 나타남.)

치경음　　치경경구개음　　경구개음　　성문음

5) 파찰음의 조음적 특성 : 폐쇄 - 파열 - 마찰 - 기식 - 후행 모음

: 파찰음은 파열음(폐쇄음)과 마찰음의 특성을 모두 가진 음으로 먼저 구강의 어느 한 부분을 막아(폐쇄) 기류가 흐르지 못하게 한다. 이후 막은 부분을 여는데(파열), 한꺼번에 입을 크게 벌리는 것이 아니라 공간을 좁혀서 공기가 마찰을 일으켜(마찰) 나가도록 한다. 이후 뒤따라오는 모음을 발음하기 위해 좁혔던 부분을 벌리면서 성대 아래쪽의 공기가 따라 나오고(기식) 이어서 후행 모음이 발음된다. 한국어 파찰음의 경우에도 파열음과 마찬가지로 평음, 격음, 경음의 구별이 있는데, 이것은 기식 구간의 길이 차이로 구별할 수 있다.

파
마
기

/자/　　/차/　　/짜/

6) 파찰음의 조음 위치 구별

(1) 파찰음은 구강 내에서 협착이 일어나는 위치에 따라 치경 파찰음, 치경경구개 파찰음, 경구개 파찰음 등으로 나뉘는데, 마찰음과 마찬가지로 스펙스트로그램 상에서 마찰 소음이 나타나는 주파수 대역을 보면 파찰음의 조음 위치를 알 수 있다.

(2) 조음 위치와 마찰 소음의 주파수 : 치경음(4,000~5,000Hz 이상), 치경경구개음(3,000Hz 이상), 경구개음(2,000Hz 이상)

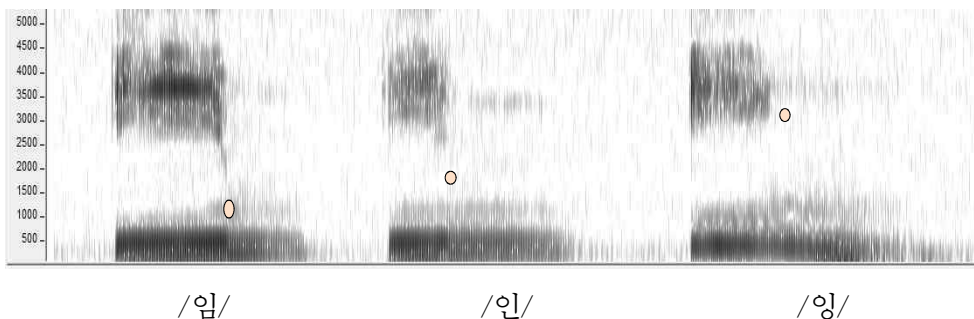
7) 비음의 조음적 특성

: 비음은 구강 내에서는 폐쇄가 일어나지만 코로 공기가 계속 흘러나가는 소리이다.

8) 비음의 음향적 특성

(1) 에너지 약함 : 구강 내에서 막힘이 있고 구강으로 기류가 흘러나가면서 구강 내 외벽에 부딪히기 때문에 소리가 많이 약해져 비음은 전반적으로 에너지가 약한 것이 특징이다. 특히 고주파수대의 소리가 거의 보이지 않음.

(2) 조음 위치 구별 : 비음도 양순음, 치경음, 연구개음이 있는데, 이러한 조음 위치는 폐쇄음과 마찬가지로 모음의 전이 구간이 어느 지점을 향하고 있는지를 보면 알 수 있다. 즉 양순음의 로커수 포먼트는 1,000Hz, 치경음은 2,000Hz, 연구개음은 3,000Hz를 향해 모음의 포먼트가 모이는 양상을 볼 수 있다.

/임/ /인/ /잉/

9) 유음의 조음적 특성

: 국어의 경우 유음이 음절 초에 올 때는 탄설음으로 발음되고, 음절 말에 올 때는 설측음으로 발음됨.

(1) 탄설음 : 탄설음은 혀끝을 튕겨서 순간적으로 잇몸에 붙었다(순간적 폐쇄) 떨어지는(파열) 소리이다.

(2) 설측음은 혀끝을 잇몸에 붙이고 혀뿌리 쪽을 내려 혀의 양 옆으로 공기가 새어 나갈 수 있도록 해서 내는 소리이다.(기류 지속)

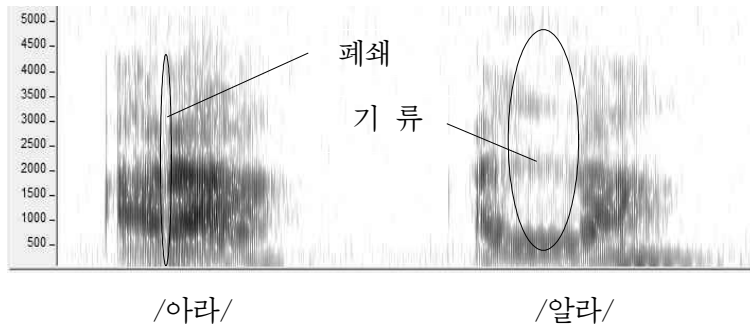
10) 한국어 유음의 음향적 특성

(1) 탄설음 : 스펙트로그램 상에 순간적인 폐쇄가 나타나면 탄설음임을 알 수 있다.

(2) 설측음 : 설측음을 발음할 때는 기류가 막히지 않고 계속 흐르기 때문에 모음의 포먼트 구조가 나타나는데, 모음을 조음할 때보다는 기류가 혀나 구강 벽에 부딪혀 상쇄되기 때문에 전반적으로 에너지가 약해진다.

폐쇄

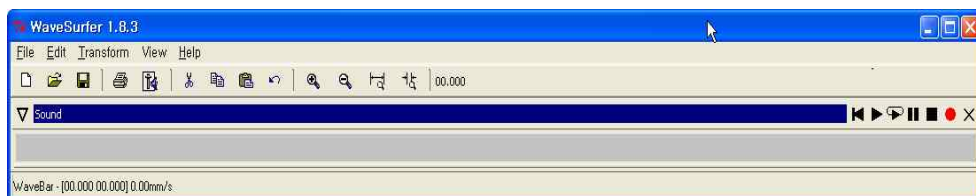
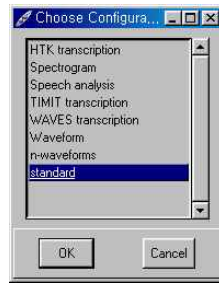
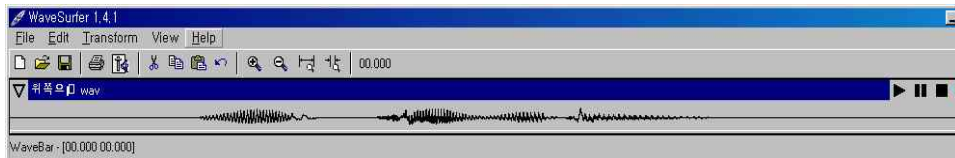
기 류

/아라/ /알라/

6. 음성 분석 프로그램 활용

1) 음성 분석 프로그램 소개

(1) WaveSurfer : Royal Institute of Technology에서 개발한 Open Source tool로서 http://www.speech.kth.se/wavesurfer에서 다운받아 누구나 쓸 수 있다.

(2) 초기 화면 : 우선 프로그램을 다운받아 설치하여 실행시키면 아래와 같은 형태의 창이 뜨는데 이것이 바로 wavesurfer가 실행된 것이다.

WaveSurfer 1.8.3

(3) 음성 파일 열기 : 저장된 음성 파일을 열면 다음과 같은 configuration 창이 뜨게 된다. 이 configuration 창은 지정된 자료를 어떤 유형으로 열 것인가를 미리 지정하여 그 형식대로 자료를 열어주는데, 연구 목적이나 편의에 맞게 수정과 첨가가 가능하다.

(4) configuration 선택 : configuration 선택 창에서 standard를 선택하고 OK 단추를 누르면 아래와 같은 형식으로 자료가 뜬다. standard로 미리 지정된 형식으로 자료가 뜨는데 standard는 자료의 전체 파형이 아주 작은 창에 나타나는 형식이다.

(5) 음성 분석 : 자료가 있는 창에서 마우스의 오른쪽 버튼을 누르면 create pane이 있고, 이를 선택하면 여러 가지 분석 결과나 레이블링을 할 수 있는 data plot, waveform, spectrogram, pitch contour, power plot, formant plot, time axis, transcription 기능을 선택할 수 있다. 이 중 자신이 분석하고자 하는 것을 하나씩 선택하면 원하는 자료를 볼 수 있다.